

PROBLEMATIKA GUBITAKA VODE I PRINCIP SEZONALNOSTI U PRIMORSKOJ REGIJI CRNE GORE

THE WATER LOSS PROBLEM AND THE PRINCIPLE OF SEASONALITY IN COASTAL REGION OF MONTENEGRO

OLIVERA DOKLESTIĆ¹

Stručni rad

DOI: 10.5937/GV25098D

Rezime: Rad iznosi problematiku primorske regije Crne Gore sa stanovništa odnosa turističke privrede i snabijevanja vodom i uvodi princip sezonalnosti kao ključan u donošenju odluka za upravljanje sistemom. Takođe, rad daje postavku integralnog upravljanja vodovodnim sistemom i obrazovanje modela vodovodnog sistema sa stalnim kružnim unapređenjem istog u cilju smanjenja tehničkih gubitaka.

Ključne riječi: primorski region, sezonalnost, kvarovi, gubici

Abstract: The paper presents the problems of the coastal region of Montenegro from the perspective of the relationship between the tourism industry and water supply and introduces the principle of seasonality as a key factor in making decisions for managing the system. Also, the work provides the setting of integral management of the water supply system and the education of the model of the water supply system with its constant circular improvement in order to reduce technical losses.

Key Words: Coastal region, seasonality, pipes damages, water losses.

1. Uvod

Primorski region Crne Gore čini šest opština sa ukupno 163.453² stalnih stanovnika, i uvećanjem od 34.000 u odnosu na popis iz 2011. godine. U tom periodu Budva je imala najveće povećanje broja stanovnika, a potom Bar, dok Herceg Novi ima negativan priraštaj. Dominantna privredna grana je turizam. Raspoloživa količina vode iz lokalnih resursa je $40,0 \times 10^6$ m³/god, od čega se fakturiše za naplatu nekih $14,0 \times 10^6$ m³/god, što znači da se gubi 65% proizvedene količine. U ljetnjem pe-

¹ Olivera Doklešić, Ekoboka projekt d.o.o, Kralja Tvrtka 3, Herceg Novi, Crna Gora, ekoboka.rp@gmail.com, ORCID: 0009-0000-5857-0602

² MONSTAT, popis stanovnika iz 2023.

riodu proizvodnja vode je obrnuto proporcionalna potrebama. Područje primorskog regiona karakteristično je po brojnim izvoristima vode koja tokom vansezonskog perioda imaju izdašnost mnogo veću od potreba za sistem snabdijevanja. Primjer su izvori u kotorskoj opštini: Škurda, Tabačina, Ercegova voda kojima je pojedinačna izdašnost veća od 1 m³/s. Međutim, problem smanjene izdašnosti, čak i presušivanja i zaslanjivanja tokom ljetnjih mjeseci, u kotorskoj, tivatskoj i drugim opštinama čini nedovoljnim raspoložive količine za zadovoljenje potreba povećane potrošnje. Nedostatak se kompenzuje iz regionalnog sistema snabdijevanja. Tokom ljetnje sezone uvećanje broja potrošača je različito u svakoj opštini i pojedinim aglomeracijama, i kreće se od 2 do 6 puta u odnosu na tzv. nesezonski period. Bruto proizvodnja vode ide do 480 l/dan po potrošaču, što premašuje prosječnu potrošnju zemalja bazena Mediterana, odnosno, područja tzv. „srednjeg vodnog stresa“. Količinu realno potrošene vode značajno uvećavaju gubici. Iako bi raspoložive količine vode mogle da zadovolje potrebe potrošnje u ljetnjoj sezoni sa gubicima i do 30%, javlja se realan nedostatak jer su gubici daleko veći. Početkom avgusta 2024, u špicu sezone, RV „Crnogorsko primorje“ isporučilo je lokalnim vodovodnim sistemima: Bara, Budve, Tivta i Kotora količinu od 804 l/s. Odnos proizvodnje i potrošnje vode u primorskom regonu je ključan i implicira razvijanje teorije tzv. sezonskog pristupa u upravljanju vodovodnim sistemima. Uspostavljanje integralnog upravljanja vodovodnim sistemima znači uspostavljanje relacija o vodovodnoj mreži i njenim objektima, sa analizom stanja kvarova, u prvom redu, statističkim podacima o vrstama kvarova, utrošenom materijalu i ustanovljavanju geneze nastanka kvarova i zavisnostima od okolne sredine. Naime, uz činjenicu neusklađivanja izgradnje u prostoru, posebno velikih rizorta, aglomeracija i hotela sa značajno velikom „tačkastom potrošnjom“ i sistema snabdijevanja vodom, postoje i neke bitne činjenice o odnosu proizvodnje i potrošnje vode, odnosno o gubicima vode, koje proizilaze iz upravljanja sistemima snabdijevanja.

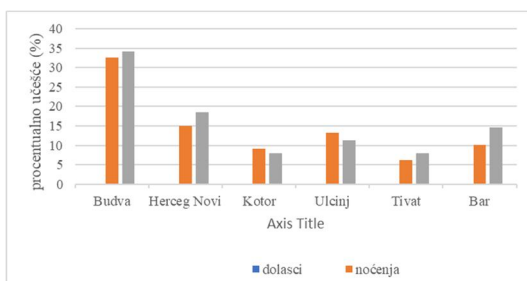
2. Karakteristike turističke sezone

Turistička privreda je najrazvijenija grana privrede i omogućava najveći dodatak opštinama, kao i cijeloj državi. U pogledu analize stanja turističke privrede i njene povezanosti sa snabdijevanjem vodom polazi se od podataka u trendovima:

- broja turista u maksimumu sezone
- kumulativnom broju turista tokom cijele godine
- brutto potrošnji vode tokom ljetnje turističke sezone
- potrošnji vode tokom cijele godine.

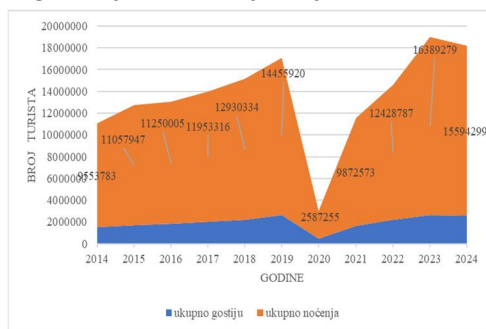
U Crnoj Gori ne postoji tačna statistika o smještajnim kapacitetima, (postoji tzv. „sivo tržište“ nelegalnih izdavača soba i stanova) te se barata procjenama od oko 550.000 kreveta u svim vidovima smještaja. Od tog broja je skoro 75% sekundarno

stanovanje, dok osnovni kapaciteti učestvuju sa desetak posto, hoteli sa 6÷8%. Gradnja novih hotela i rizorta stalno traje. Na primorsku regiju u odnosu na cijelu Crnu Goru otpada u pogledu broja noćenja čak 94%. Broj turista u primorskoj regiji za period 2014-2024. po podacima Turističke organizacije Crne Gore, dat je na dijagramu 1.



Dijagram 1. Dolasci i noćenja turista u opštinama primorskog regiona u 2023. godini

Rekordna je bila 2023. sa ukupno 16.389.279 noćenja i 2.616.306 turista. Pitanje redovnog snabdijevanja je izuzetno važno jer je ono, u prvom redu, stvar civilizacijskog principa, a potom turističkog marketinga. Jednom pronađen glas o nedostatku vode za piće i higijenske potrebe, ma kolikog trajanja, može da nanese ozbiljnu štetu turističkom imidžu i dolasku turista. Tendencije su da se produži ljetnja turistička sezona u svim sredinama, mada ona objektivno traje od 10. juna do 15. septembra, a špic je u prvoj dekadi avgusta. U periodu sezone dolazi do izvjesne preobrazbe svih aktivnosti i podređenosti turističkoj privredi, pa je i snabdijevanje vodom ključna stavka, koja znači aksiom (da vode ima svih 24 sata svih sedam dana u sedmici), a svako drugo stanje sa snabdijevanjem vodom mora biti neprimjetno.



Dijagram 2. Ukupan broj turista u Crnoj Gori, u periodu 2014-2024, iskazan kroz ukupan broj gostiju i ukupan broj noćenja³

³Izvor MONSTAT, Uprava za statistiku Crne Gore, br. 36/2

3. Vodomjeri kao pokazatelji aktivnosti stanja sistema

Jedan od ključnih pokazatelja za funkcionisanje vodovodnog sistema su vodomjeri i to ne samo zbog količine potrošene vode nego i činjenice neregistrovanja potrošnje. Neregistrovanje potrošnje vode i postojanje tzv. „mrtvih“ vodomjera, tokom većeg dijela godine, govori o varljivom podatku stvarnih rezidenata. U tabeli 1. dat je prikaz neaktivnih vodomjera u Hercegovini po mjesecima i po strukturi potrošača. U decembru i januaru je skoro 50% takvih vodomjera. U Budvi je sličan odnos, dok je u drugim opštinama manji procenat neaktivnih u odnosu na ukupan.

Tabela 1. Kategorije potrošača bez potrošnje na vodomjerima u Hercegovini

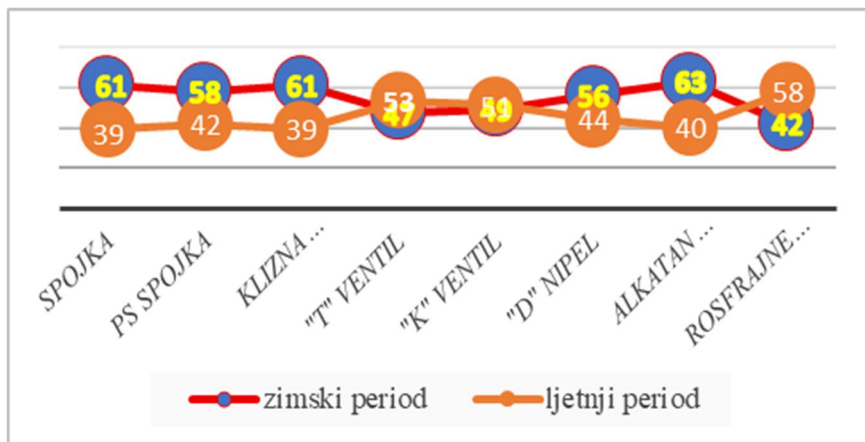
Kat. potrošača	MJESEC											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
privatne kuće	8.212	8.364	8.385	8.003	7.002	5.648	3.939	3.408	4.597	6.431	7.739	8.191
Stambene zgrade	70	50	100	45	30	29	9	4	10	22	61	99
zgrade saobraćunom potrošnje po stanuvodomjeru	1.210	1.210	1.233	1.193	1.142	1.098	937	567	794	1.040	1.222	1.283
Privreda	715	736	719	681	608	559	481	452	487	601	675	694
UKUPNO	10.207	10.360	10.437	9.922	8.782	7.334	5.366	4.431	5.888	8.094	9.697	10.267

Postavlja se pitanje šta su zapravo gubici vode u sistemu i koliki su u zavisnosti od perioda godine, jer je jasno po monitoringu sistema da postoje značajne razlike u odnosu na proizvedene i fakturisane količine vode pa i preko 10%, odnosno, ljeti su za toliko manji gubici vode. Naime, u primorskom regionu je pojam „sezone“ i „sezonalnosti“ nešto što znači dva različita stanja u sistemu, u prvom redu se misli na povećanu potrošnju vode, a potom na parametre funkcionalnosti, odnosno, efikasnost i efektivnost rada. Po činjenici postojanja neaktivnih vodomjera, naročito ako se radi o grupacijama u stambenim naseljima (stanovi za izdavanje) tada se otvara pitanje šta se događa sa sistemom, u prostornom i vremenskom smislu. Naime, cijeli cjevovodi, ponegdje i mali podsistemi, sa pumpnim stanicama, u stanju su višemjesečnog mirovanja ili je proticaj kroz njih sveden na mnogo manje količine nego u vrijeme ljetnje sezone. Kako se cjevovod ponaša kada je u bezvodnom stanju, kada mjesecima nema unutrašnjeg pritiska, potom i njegovi ventili, spojevi i razne vodne armature, pa i pumpe? S druge strane, potrošači stižu u talasima i s tim talasima se povećava potrošnja, odnosno uspostavlja se povećan proticaj kroz cjevi, sa učestalim aktivnostima na manipulaciji ventilima, što izvjesno povećava broj kvarova. U zavisnosti od brzine manipulacije ventilima i porasta pritiska u cjevodu i formiranja hidrauličkog udara razvijaju se oštećenja koja mogu progresivno da se

razvijaju duž cjevovoda. Za sistem koji je u mirovanju, takođe, u vodovodnim preduzećima važi generalno pravilo da se ne obilazi taj dio sistema pa se niko i ne bavi otklanjanjem kvarova u vansezonskom periodu. Važi nepisano pravilo da se u tom periodu gubi voda koja je i tako višak i ne može da se naplatiti.

4. Analiza stanja kvarova i popravki po principima sezonalnosti

Vodovodna preduzeća u primorju usvojila su princip operativnosti na mreži takav da se intenziviraju radovi u periodu jun-septembar. U ostalom dijelu godine operativnost je slabijeg ritma pa mnogi manji kvarovi ostaju na čekanju, sa obrazloženjem da je viši trošak njihova sanacija nego korist. Takav princip dovodi, zapravo, do velikih operativnih problema upravo tokom ljeta i upravo sa štetnim reakcijama na cijeli sistem jer za svaki od njih mora biti aksiom ravnomjeran cjelogodišnje jednak pristup sanaciji kvarova. Prvo iz razloga da se oni ne bi gomilali i „izgubili se iz vida“, a drugo i zbog samog sistema, kojem, kao živom krvotoku, treba pravovremeno i stalno održavanje da se ne bi događali vazdušni čepovi, povećanja pritiska koji ubrzavaju starenje i nastajanje kvarova, a posebno šaržernih kvarova na starim cjevovodima. Odnos perioda „ljetno“, „zimsko“ u sanaciji kvarova u hercegnovskom sistemu za 2020. godinu, sa ugrađenim materijalom grafički je prikazan na slici 1. U tabeli 2. predstavljene su vrste ugrađenog materijala, tzv. vodovodne armature, koje odražavaju strukturu kvarova, a sa podjelom na ljetnji i zimski period. U tabeli 3. date su vrijednosti ugrađenih rosfrajnih komada u vodovodnu mrežu. Uočava se velika razlika u broju ugrađenih komada tokom ljetnjeg perioda (VI-IX mjesec) u odnosu na ostali dio godine, sa 286 ili 55%. Pitanje operativnosti odnosno spremnosti za hitne intervencije na mreži je ovdje izuzetno važno.



Slika 1. Krive sezonski ugrađenog materijala po komada

Tabela 2. Ugrađeni materijal u vodovodnu mrežu, u zimskom i ljetnjem periodu sa brojčanim i procentualnim učešćem

vrsta elementa	Zima		Ljeto		ukupno	najučestaliji komad			zima	ljeto
	broj / metar	%	broj / metar	%		Tip	broj / metar	%	ukupno	%
Spojka	474	61,32	299	38.68	773	3/4 "	364	47.09	54.40	45.60
ps spojka	1038	57.51	767	42.49	1805	3/4 "	808	44.76	48.51	51.49
klizna spojka	74	60.66	48	39.34	122	3/4 "	63	51.64	66.67	33.33
"t" ventil	47	46.54	54	53.46	101	3/4 "	60	59.41	40.00	60.00
"k" ventil	290	49.07	301	50.93	591	3/4 "	309	52.28	44.34	55.66
"d" nipel	651	56.02	511	43.98	1162	3/4 "	463	39.85	49.46	50.54
alkatan cjevi	3643	63.35	2108	36.65	5751	3/4 "	2682	46.64	49.31	50.69
Rosfrajne spojke	218	42.00	301	58.00	519	3/4 "	165	31.79	44.24	55.76
zamjena cjevi	177	52.37	161	47.63	338	DN 110	121	35.80	28.93	71.07
						DN 150,160	99.50	19.67	56.78	43.22
						DN 200-225	40.50	nov.98	62.97	37.03

Tabela 3. Ugradnja rosfrajnih komada u vodovodnu mrežu, mjesečno

Rosfrajna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	zbir
1/2"			3	1	2	1		4		8	3	3	25
3/4"	1	6	3	7	11	26	24	26	16	18	14	13	165
1"	4	3		7	10	17	9	18	17	19	12	7	123
5/4"		5	3	7	3	10	17	8	15	9	11	7	95
6/4"	2	0	2	4	2	4	3		3	2	1		23
2"	2	3	3	5	6	11	11	8	12	9	14	3	87
2 1/2"													0
3"					1								1
													519

5. Zaključak za sanaciju kvarova i ugradnju materijala u vodovodnu mrežu

Analiza kvarova i ugrađenog reparacionog materijala daje uvid u realno stanje popravki kvarova na vodovodnoj mreži, u dva perioda godine, u turističkom regionu, sa primjerom rada u sistemu snabdijevanja Herceg Novog, u periodu 2019-2022.

Uzrok različitosti stanja i operativnosti sistema u odnosu na neki kontinentalni sistem je u postojanju dva operativna perioda godine, u zavisnosti od povećanog stepena potrošnje vode iz sistema. Treba imati na umu da procjena ugradnje materijala zavisi od odluke poslovođe na mreži, odnosno, tehničkog rukovodioca.

Iz liste reparacionog materijala zaključak je da je najučestaliji ugrađeni materijal dimenzije $\frac{3}{4}$ " za spojke, ventile, cijevi, posebno kod alkatanskih cijevi. Najpodložniji materijal oštećenjima, kod cjevi malih prečnika, je alkatan, odnosno, alkatanske cjevi niže otpornosti.

Analiza primjenjenih materijala u sanaciji pokazuje da su dimenzije $\frac{3}{4}$ " u odnosu na ostale dimenzije (za cijevi drugih prečnika) zastupljene sa 50-63%, gledajući za cjelogodišnji period. U ljetnjem periodu, kada je i stepen operativnosti veći nego u ostalom dijelu godine, najučestalije intervencije zastupljene su sa 40 do 67%, takođe, na cjevovodima promjera $\frac{3}{4}$ ". U ljetnjem periodu su značajno manji pritisci u mreži, jer je i potrošnja značajno veća nego u ostalom dijelu godine, („manje je tzv. „ležeće vode“), pritisci su niži, ali su i češće manipulativne operacije, a broj intervencija na mreži je veći. Intervencije na cjevima $\frac{3}{4}$ " je još učestalije nego u „zimskom“ periodu godine.

Najveći broj kvarova je, uopšte, na cjevovodima prečnika $\frac{3}{4}$ ". Ne mora da znači i da je količina vode, koja se gubi procurivanjem, srazmjerna broju intervencija na cjevovodima određenih prečnika.

Zamjenom cjevne armature od gize (sivi liv ili gus) i nekih drugih materijala rosfrajnima, koji trpe značajno veće unutrašnje i vanjske pritiske u poređenju sa prvim, postiže se bolja unifikacija kvarova na cjevovodima različitih prečnika, u vremenskom smislu. Iako su i kod rosfrajnih djelova najzastupljenija oštećenja cjevovoda prečnika $\frac{3}{4}$ ", odnos prema drugim prečnicima je značajno povoljniji. Odgovor na pitanja o kvarovima i prečnicima leži u visini pritisaka u mreži, ali i u varijacijama pritisaka, na oštećenim i cjevovodima na kojima je već prethodno saniran kvar. Tabela 3. ilustruje odnos drugih prečnika prema DN $\frac{3}{4}$ ", za alkatanske i rosfrajne djelove.

Oštećenja cjevovoda nastaju, najčešće, zbog izuzetno visokih pritisaka u mreži. Ostaje pitanje šta se događa u ljetnjem periodu i zašto je veća učestalost pucanja na tim cjevima kada su pritisci manji. Ugradnja „T“ i „K“ ventila je u približno jednakom procentu i u zimskom i u ljetnjem periodu, bez obzira što je veći broj kvarova, odnosno, popravki, tokom ljetnje sezone u poređenju sa zimskim.

6. Model

Osnovna karakteristika vodovodnih sistema u primorju je neujednačenost proizvodnje i potrošnje vode, u dva perioda godine, koja zovemo sezonama

„zima“ i „ljet“o, kako je već prethodno rečeno. Na osnovu znanja i iskustava iz prakse i uz primjenu teoretskih znanja, postavljen je model vodovodnog sistema sa bitnim elementima: fiksnim i varjabilnim elementima i osnovnim karakteristikama. Model ima za cilj poboljšanje stanja upravljanja primjenom tzv. Indikatora performansi. Složena, fizička struktura iskazuje se matematičkim jednačinama radi kvantifikovanja proračuna, da bi bio shvaćen potencijalni rizik i neizvjesnost u snabdijevnju vodom, te isti bili minimizirani u procesu funkcionisanja vodovodnog sistema. Model je replika stvarnih prilika, podešen po parametrima, kroz ciklično funkcionisanje.

Vodovodni sistemi su dinamički, promjenljivi po prostornim i vremenskim parametrima, i gotovo da nema konstantne veličine u njima (osim geometrijskih, kao netto građevinskih dimenzija kod rezervoara i cjevne mreže). Međutim, nivo vode u rezervoarima je u stalnim oscilacijama zbog doticanja i isticanja, odnosno potrošnje, te je tako sam nivo odnosno količina vode promjenljiva veličina. Dužina vodovodne mreže se stalno uvećava na osnovu novo priključenih objekata i novih aglomeracija. Te promjene na cjevnoj mreži su, ipak, u manjim potezima, kad se gledaju vremenski intervali. Količine vode, koje ulaze i izlaze iz sistema, broj kvarova, materijal koji se ugrađuje, broj vodomjera, broj intervencija i td. su promjenljive veličine i osnovni parametri kojima se barata u formiranju matematičkog modela vodovodnog sistema za primorje, moraju da se razvrstavaju na dva perioda godine. U tom smislu se posmatraju i gubici u vodovodnom sistemu.

7. Zaključak

Vodovodna preduzeća, generalno, a posebno ona u primorskom regionu, direktno su povezana sa procesima urbanizacije prostora i predstavljaju živo tkivo koje se neprestano razvija. Razvoj je do sada bio više stihijski, sporadičan, nego planski, sa nedovoljno istaknutim razvojnim ciljevima i bez adekvatnog tehničkog inoviranja. Pogrešno je vjerovanje da će savladavanje problema gubitaka vode u sistemu snabdijevanja biti prevaziđeno primjenom nekih savremenih tehnika ili tehnologija, odnosno, nabavkom savremene opreme za detekciju ili samo izgradnjom novih cjevovoda.

U našim nesavršenim sistemima snabdijevanja, sa brojnim tehničkim nedostacima i konfuzno razvijanom mrežom, pod stalnim diktatom gradnje novih objekata, veoma je važno određivanje strateškog cilja u upravljanju vodovodnim sistemom. Uloga čovjeka, pojedinca na mreži, veoma je važna i nezamjenljiva. Često može biti ključna motivisanost za rad, stepen odgovornosti i savjesti za brzo i kvalitetno obavljanje posla, popravku kvarova. Upravo u tome leži brzina operativnosti i efekti, odnosno efikasnost operativnosti u konkretnoj situaciji da bi se kvar što brže i bolje otklonio.

U navedenim smislu postavlja se pitanje da li u primorskom regionu gubitke u vodovodnom sistemu treba posmatrati kumulativno, na nivou cijele godine, kada je u zimskom periodu zatvorena i van funkcije većina hotela i rizorta, kao i 30 do 50% rezidentnog stanovništva, kada su gubici između 60 i 80% (osim u tivatskom sistemu) ili se baviti stanjem tokom ljetnjih mjeseci, kada su popunjeni svi smještajni kapaciteti, izvorišta u minimumu, a operativnost na vodovodnoj mreži u punom zamahu? Tada su gubici u pojedinim sredinama između 40 i 65%. U svakom slučaju ostaje pitanje razvijanja teorije sezonalnosti i integralnog upravljanja vodovodnim sistemom kroz primjenu indikatora performansi.

8. Literatura

- [1] Doklešić O, *Unapređenje upravljanja sistemima snabdijevanja vodom u primorskom regionu primjenom indikatora performansi*, doktorska disertacija, Novi Sad, 2024.
- [2] Pietrucha-Urbanik K, Tchórzewska-Cieślak B, *Approaches to Failure Risk Analysis of the Water Distribution Network with Regard to the Safety of Consumers*, Case report, verzija dostupna na: www.mdpi.com/journal/water, 2018.
- [3] Prodanović D, Pavlović D, Jaćimović N, *Dijagnostika distributivnih sistema radi obezbeđenja održivosti*, Građevinski fakultet Beograd, Beograd, 2002.
- [4] Soler, M. A. S. *The economic value of water and its implications in the Mediterranean Basin*. In IEMed (Ed.), *Mediterranean Yearbook 2008* (pp. 111-117). Barcelona: European Institute of the Mediterranean (IEMed). Retrieved from <http://www.iemed.org/anuari/2008/asumari.php>, 2008.
- [5] Stojadinović Z, Marinković D, *Upravljanje ljudskim resursima u građevinarstvu*, Akademska misao, Beograd, 2015.
- [6] Stojčić Marko, *Unapređenje sistema upravljanja gubicima vode u procesima vodosnabdijevanja*, doktorska disertacija, Novi Sad, 2017.
- [7] Strategija upravljanja vodama Crne Gore, „Eco Aqua Consulting“, Podgorica, 2017.
- [8] Toubou B, Villeneuve J. P, Beardsell G, Duchesne S, *General model for water-distribution pipe breaks: Development, methodology, and application to a small city in Quebec, Canada*. J. Pipeline Syst.Eng. 2014.